

Analisis Penjadwalan Produksi Pembuatan Rodding System Point untuk Meningkatkan Produktivitas Produksi di PT. Smart Teknik Utama

M. Syafaruddin Mahaputra

email: msmahaputra@uninus.ac.id; msmahaputra73@gmail.com

Abstract

A company activity does not escape methods to optimize production that have been researched and designed in order to minimize all errors and deficiencies that occur in production activities. One of the important activities in industrial competition in today's global market is making designs in scheduling production activities so that companies can minimize production costs and speed up production time to achieve efficiency and effectiveness of production operations and achieve production targets. PT Smart Teknik Utama was established on March 11, 1989. On July 10, 1994 PT Smart Teknik Utama received assistance and a soft capital loan from BUMN, namely PT LEN Industri (Persero), the Production Division experienced delays in fulfilling orders from consumers due to the scheduling method, which is less adjusted to the time when the contract arrives and the time to fulfill the due date of each order, the research objective of this final project is to increase work effectiveness and be able to precisely control and design a production system that can regulate and support all aspects and resources owned so that efficient in the process of achieving optimal goals. Based on this, the company wants a proposed solution to correct delays in processing orders. This study proposes the First Come First Serve (FCFS) method, the Longest Processing Time (LPT) method, the Shortest Processing Time (SPT) method, the Early Due Date (EDD) method and the Analytic Hierarchy Process (AHP) method.

Keyword: First Come First Serve (FCFS), Longest Processing Time (LPT), Shortest Processing Time (SPT), Early Due Date (EDD), Analytic Hierarchy Process (AHP).

Pendahuluan

Industri merupakan kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, barang setengah jadi atau barang jadi menjadi barang yang bermutu tinggi dalam penggunaannya dan dilakukan dengan kegiatan produksi sebagai penambah nilai guna suatu barang yang akan di produksi, dalam produksi

tersebut tidak lepas dari penjadwalan produksi sebagai metode untuk efisiensi suatu proses produksi, (Undang-Undang No 3. 2014 tentang prindustrian). Industri mempunyai dua pengertian: (a) Pengertian secara luas, industri mencakup semua usaha dan kegiatan di bidang ekonomi bersifat

produktif. (b) Pengertian secara sempit, industri hanyalah mencakup industri pengolahan yaitu suatu kegiatan ekonomi yang melakukan kegiatan mengubah suatu barang dasar mekanis, kimia, atau dengan tangan sehingga menjadi barang setengah jadi dan atau barang jadi, kemudian barang yang kurang nilainya menjadi barang yang lebih nilainya dan sifatnya lebih kepada pemakaian akhir. (Badan Pusat Statistik, 2010)

Penjadwalan produksi merupakan suatu bagian yang tidak boleh lepas dari pabrik. Penjadwalan produksi ini sangat penting bagi sebuah pabrik dalam melakukan proses produksi. Hal ini dikarenakan pabrik harus mampu dalam memenuhi kebutuhan pelanggan secara tepat waktu. (Conway et al. 2014).

Saat ini sudah banyak perusahaan dalam bidang industri manufaktur yang bersaing untuk mendapatkan hasil yang terbaik bagi kepuasan konsumen. Hal ini menyebabkan perusahaan harus dapat mempertahankan kualitas dan ketepatan waktu penyelesaian produk pesanan konsumen. Untuk dapat menyelesaikan produk pesanan tepat waktu maka perlu diperhatikan pengaturan penjadwalan. Fungsi dari penjadwalan produksi adalah meminimalisasi keterlambatan yang terjadi pada proses produksi di pabrik (Arifin dan Rudyanto, 2010). PT. Smart Teknik Utama adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur untuk pengerjaan logam. Perusahaan memproduksi berdasarkan pesanan dari konsumen/*customer*. Sistem penjadwalan produksinya hanya menjadwalkan berdasarkan pengerjaan pesanan yang datang lebih dahulu. Pencatatan data pemesanan masih belum terintegrasi dengan penjadwalan produksi. PT. Smart Teknik Utama memiliki banyak jenis produk yang dihasilkan selama bulan juli 2019 sampai bulan november 2019 salah satunya produk *Rodding System Point*, yaitu sebagai produk untuk *spareparts* rel

kereta api. Perusahaan memiliki 4 tahapan dalam proses produksi *Rodding System Point*, empat tahapan tersebut adalah pemotongan bahan baku di mesin potong, scrap produk di mesin scrap, pengeprisan di mesin fres dan dilanjut dengan pembubutan di mesin bubut (PT. Smart Teknik Utama).

Tabel 1. Jumlah Data Keterlambatan

| Bulan | Jumlah Pesanan (Unit) | Keterlambatan |
|----------------|-----------------------|---------------|
| Februari 2019 | 38 | 15 |
| Maret 2019 | 63 | 20 |
| April 2019 | 25 | 10 |
| Mei 2019 | 70 | 36 |
| Juni 2019 | 12 | 0 |
| Juli 2019 | 34 | 5 |
| Agustus 2019 | 42 | 20 |
| September 2019 | 47 | 22 |
| Oktober 2019 | 15 | 7 |
| November 2019 | 35 | 18 |
| Januari 2020 | 26 | 21 |
| Februari 2020 | 33 | 16 |

Sumber : PT. Teknik Smart Utama

Penjadwalan di PT. Teknik Smart Utama adalah Flow shop dalam pembuatan *rodding system point*. Permasalahan pada proses produksi yaitu sering terjadi antrian pekerjaan panjang sehingga pekerjaan tidak dapat diselesaikan secara optimal. Sistem produksi di bidang manufaktur melibatkan banyak proses, mesin dan juga waktu proses yang bervariasi, hal ini mengakibatkan banyak hambatan penjadwalan tidak dilakukan dengan metode yang tepat, Maka akan mengakibatkan proses produksi kurang efektif dan efisien (Ginting, 2010).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan adanya perbaikan pada metode penjadwalan produksi di PT. Smart Teknik Utama agar penggunaan mesin dapat optimal. Terdapat empat metode yang digunakan dalam penjadwalan

produksi dan analisis keputusan sebagai metode pemilihan metode yang terpilih, yaitu metode *First Come First Serve* (FCFS), metode *Longest Processing Time* (LPT), metode *Shortest Processing Time* (SPT), metode *Early Due Date* (EDD) dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Perhitungan penjadwalan produksi menggunakan kelima metode tersebut perlu dilakukan untuk mengetahui metode yang paling sesuai sehingga dapat memperbaiki penjadwalan produksi. Dari hasil perhitungan keempat metode dan pengambilan keputusan, maka akan dipilih metode yang paling sesuai untuk meningkatkan produktifitas kerja sehingga memberikan dampak dalam mengurangi keterlambatan penyelesaian pesanan di PT. Smart Teknik Utama.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka diperoleh rumusan masalah penjadwalan produksi di PT. Smart Teknik Utama sebagai berikut:

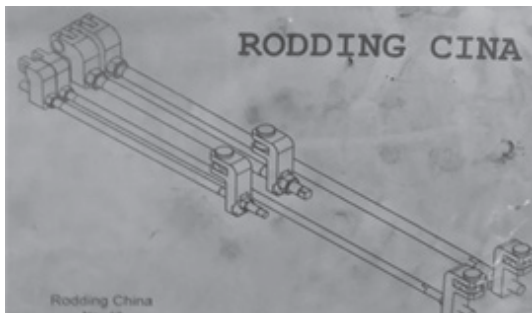
- 1) Bagaimana cara mengendalikan serta membuat rancangan dari sistem produksi yang dapat mengatur dan menunjang segala aspek maupun sumberdaya yang dimiliki agar tepat guna dalam proses pencapaian tujuan yang optimal ?
- 2) Bagaimana cara untuk meminimalisir keterlambatan produksi *Rodding System Point* (*lateness*)?
- 3) Bagaimana cara menghitung waktu rata-rata pembuatan *Rodding system point*?
- 4) Bagaimana cara menghitung persentase utilitas pembuatan *Rodding system point*?
- 5) Bagaimana cara menghitung jumlah *Jobs* rata-rata pembuatan *Rodding system point*?
- 6) Bagaimana cara menentukan analisis kesimpulan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP)?

Tinjauan Pustaka

Produksi adalah bidang yang terus berkembang selaras dengan perkembangan teknologi, produksi memiliki suatu jalinan hubungan timbal-balik (dua arah) yang sangat erat dengan teknologi. Sistem produksi merupakan sistem integral yang mempunyai komponen struktural dan fungsional, dan memiliki beberapa karakteristik (Gaspersz, 2017). Penjadwalan adalah aktivitas perencanaan untuk menentukan kapan dan dimana setiap operasi sebagai bagian dari pekerjaan secara keseluruhan harus dilakukan pada sumber daya yang terbatas, serta pengalokasian sumber daya pada suatu waktu tertentu dengan memperhatikan kapasitas sumber daya yang ada. Penjadwalan dapat diartikan sebagai pengalokasian sejumlah sumber daya (*resource*) untuk melakukan sejumlah tugas atau operasi dalam jangka waktu tertentu dan merupakan proses pengambilan keputusan yang peranannya sangat penting dalam industri manufaktur dan jasa yaitu mengalokasikan sumber-sumber daya yang ada agar tujuan dan sasaran perusahaan lebih optimal (Baker dan Trietsch, 2009).

Rodding System Point

Rodding System Point adalah perangkat untuk mengoperasikan *turnouts* kereta api terutama pada jarak jauh. Komponen *Rodding system point* terdiri dari noken as 24 cm, noken as 32 cm, ring, pin, spitpen, bos nion, isolator nilon, gaptel f tinggi, dan gaptel f pendek, Pada waktu-waktu awal, titik dioperasikan secara manual oleh tuas. Secara bertahap, ini terpusat dan dioperasikan dari kotak sinyal, baik dengan batang, atau dengan pengaturan kawat ganda.



Gambar 1 Rodding System Point China
Sumber : PT. Smart Teknik Utama

Persoalan Penjadwalan

Secara umum persoalan penjadwalan dapat dinyatakan sebagai berikut (Richard W et al. 2012) :

- 1) Misalkan α adalah resiko yang ditanggung karena mengerjakan tugas A lebih dahulu dari pada tugas B.
- 2) Misalkan β adalah resiko yang ditanggung karena mengerjakan tugas B lebih dahulu dari pada tugas A. β
- 3) Jika α lebih besar dari pada β , maka tugas B dikerjakan lebih awal, kemudian diikuti oleh tugas A. Pemilihan α dan β ini dapat dikaitkan dengan pemilihan kriteria optimalitas yang ditetapkan oleh pengambilan keputusan.

Penetapan penjadwalan atau urutan job pada suatu produksi akan memberikan keuntungan:

- 1) Tenaga manusia dan mesin beserta kelengkapannya dapat digunakan seefektif mungkin.
- 2) Keterlambatan dan kemacetan dalam proses produksi dapat ditekan sekecil mungkin.
- 3) Penggunaan produksi dapat dilaksanakan dengan baik dengan cara membandingkan pelaksanaan produksi dan rencana urutan yang telah disusun.
- 4) Total waktu dan proses secara keseluruhan dapat dicari sampai seminimal mungkin.
- 5) Keseimbangan dari operasi dapat

diklasifikasikan menurut jumlah mesin dan *job* yang dijadwalkan menjadi tiga macam.

Performansi Penjadwalan

Ukuran performansi merupakan tujuan dari penjadwalan akan hasil yang diinginkan (Baker dan Trietsch, 2009). Adapun kriteria penjadwalan produksi adalah sebagai berikut:

1. Kriteria performansi penjadwalan berdasarkan atribut tugas.
 - a *Completion time*, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan mulai dari saat tersedianya pekerjaan ($t = 0$) sampai pada pekerjaan tersebut selesai dikerjakan. Atau menunjukkan rentang waktu sejak pekerjaan pertama mulai dikerjakan sampai proses tersebut selesai dimana: $C_j = F_j - r_j$
 - b *Mean flow time* merupakan waktu rata-rata waktu pekerjaan j yang dihabiskan dimana: $F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i$
 - c *Flow time* (F_i), Adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu pekerjaan dari saat pekerjaan tersebut masuk ke dalam suatu tahap proses sampai pekerjaan yang bersangkutan selesai dikerjakan. $F_i = C_i - r_i$
 - d *Mean weight flow time*, memiliki arti yang hampir sama dengan mean flow time, hanya saja mempertimbangkan prioritas pengerjaan setiap *job*, dimana dalam perhitungan sebagai berikut: $F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i$
 - e *Maximum lateness*, yaitu besarnya simpangan maksimum atau selisih waktu penyelesaian seluruh *job* yang dijadwalkan terhadap batas waktu penyelesaian *job* tersebut, dimana $L_{maks} = \max \{I\}$.
 - f *Mean tardiness*, merupakan rata-rata keterlambatan seluruh *job* yang dijadwalkan dan dapat dihitung

dengan rumus:
$$\tau = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$$

Metode Penjadwalan

Mendefinisikan penjadwalan sebagai proses fungsi perencanaan produk, teknologi yang tersedia untuk membuat, mencoba bagian yang dibutuhkan, dan volume yang akan diproduksi dalam jangka waktu tertentu. Dalam jangka pendek, fungsi perencanaan mengacu pada sumber daya yang tersedia untuk diproduksi dan pekerjaan untuk dijadwalkan (Baker dan Trietsch). Untuk memastikan suatu aliran kerja lancar dalam melalui tahapan produksi, maka sistem penjadwalan harus membentuk aktivitas aktivitas output sebagai berikut:

- 1) Pembebanan (*Loading*)
- 2) Pengurutan (*Sequencing*)
- 3) Prioritas Pekerjaan (*Dispatching*)
- 4) Pengendalian Kinerja Penjadwalan
- 5) *Updating* Jadwal

Permasalahan penjadwalan akan muncul jika terdapat beberapa pekerjaan yang dapat dilakukan dalam waktu yang sama sedangkan jumlah mesin dan peralatan yang tersedia terbatas. Untuk mendapatkan hasil yang optimal dengan keterbatasan sumber daya yang dimiliki, maka diperlukan suatu teknik penjadwalan terhadap sumber-sumber tersebut secara efisien (Aziza. 2014). Secara umum penjadwalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) Penjadwalan Pesanan (*Order Scheduling*)
- 2) Penjadwalan Mesin (*Machine Scheduling*)

Beberapa asas prioritas yang umum antara lain adalah sebagai berikut (Heizer dan Render, 2014):

- 1) First Come First Serve (FCFS)

FCFS memprioritaskan pengerjaan job yang datang lebih awal untuk dikerjakan

terlebih dahulu. Keunggulan FCFS adalah dinilai adil bagi konsumen terutama bagi penyedia jasa.

- 2) Earliest Due Dates (EDD)

EDD yaitu prioritas yang diberikan kepada job yang mempunyai tanggal batas waktu penyerahan (due date) paling awal.

- 3) Shortest Processing Time (SPT)

SPT yaitu job dengan waktu proses terpendek akan diproses lebih dahulu, demikian berlanjut untuk job yang waktu proses terpendek kedua. Aturan SPT ini tidak memperdulikan due date maupun kedatangan order baru.

- 4) Longest Processing Time (LPT)

LPT yaitu job dengan waktu proses terbesar akan diproses terlebih dahulu, demikian berlanjut untuk job yang waktu proses terbesar kedua. Aturan LPT ini tidak mempedulikan due date maupun kedatangan order baru. Chase dan Aquilano (2009) mengungkapkan standar pengukuran kinerja penjadwalan yang digunakan untuk mengevaluasi asas prioritas:

- 1) Rata-rata waktu penyelesaian yang terendah.
- 2) Nilai utilisasi maksimal.
- 3) Rata-rata keterlambatan terendah.

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode AHP merupakan salah satu model untuk pengambilan keputusan yang dapat membantu kerangka berfikir manusia. Metode ini mula-mula dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 70-an. Dasar berpikirnya metode AHP adalah proses membentuk skor secara numeric untuk menyusun ranking setiap alternatif keputusan berbasis pada bagaimana sebaiknya alternatif itu dicocokkan dengan kriteria pembuat keputusan.

Tabel 2 Kriteria Penilaian Keputusan

| Tingkat Kepentingan | Definisi | Keterangan |
|---------------------|--|---|
| 1 | Equal importance (sama penting) | Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama |
| 3 | Weak importance o one over another (sedikit lebih penting) | Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan setiap pasangannya |
| 5 | Essential or strong importance (lebih penting) | Satu elemen sangat disukai secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan dengan elemen pasangannya |
| 7 | Demonstrated importance (sangat penting) | Satu elemen terbukti sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat disukai dibandingkan dengan setiap elemen pasangannya |
| 9 | Extreme importance (mutlak lebih penting) | Satu elemen mutlak lebih disukai jika dibandingkan dengan pasangannya, pada tingkat keyakinan tertinggi |
| (2,4,6,8) | Intermediate values between the two adjacent judgments | Nilai di antara dua pilihan yang berdekatan |
| Resiprokal | Kebalikan | Jika elemen i memiliki salahsatu angka di atas ketika dibandingkan elemen j, maka elemen j memiliki kebalikannya jika dibanding elemen i pada perbandingan berpasangan dimulai dari hirarki yang paling tinggi. |

Metode Penelitian

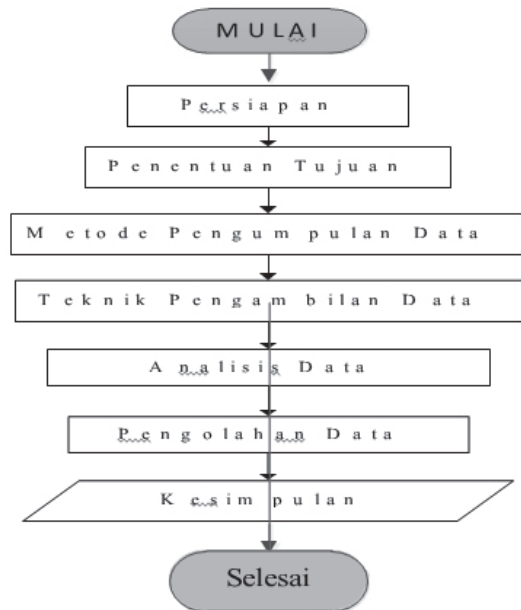
Metode penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. (Sugiyono, 2017). Dalam penelitian ini metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk

menguji hipotesis yang telah ditetapkan.” (Sugiyono, 2017). Pemilihan metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka- angka, yang akan dianalisis menggunakan data statistik dan bertujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan pada bab 2. Jenis metode kuantitatif yang digunakan adalah metode survei, yang bersifat deskriptif dan asosiatif hubungan kausal. Menurut Sugiyono (2017) metode survei merupakan salah satu metode kuantitatif adalah sebagai berikut: “Metode penelitian survei adalah metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk mendapatkan data yang terjadi pada masa lampau atau saat ini, tentang keyakinan, pendapat, karakteristik, perilaku, hubungan variabel dan untuk menguji beberapa hipotesis tentang variabel sosiologis dan psikologis dari sampel yang diambil dari populasi tertentu, teknik pengumpulan data dengan pengamatan (wawancara atau kuesioner) yang tidak mendalam, dan hasil penelitian cenderung untuk digeneralisasikan.

Objek Penelitian

Objek pada penelitian adalah pemahaman jadwal pemesanan suatu produk dan batas penjadwalannya sebagai analisis data untuk pembuatan jadwal produksi di PT. Smart Teknik Utama. Metode yang akan digunakan yaitu metode sequencing antara lain FCFS (First Come First Serve), SPT (Short Processing Time), LPT (Long Processing Time), Earliest Due Date (EDD), dan LSF (Least Slack First) dan membandingkan kelima metode tersebut untuk mendapatkan hasil penjadwalan terbaik.

Prosedur Penelitian



Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan di bagian produksi PT. Smart Teknik Utama yang berlokasi di Jl. Cimencrang No.41 Rt.02/Rw.12. Kec.

Panyilekan. Bandung. Subjek penelitian adalah waktu produksi dan jadwal produksi di PT. Smart Teknik Utama. Langkah-langkah dalam melakukan pengamatan penelitian sebagai berikut:

- 1) Berkomunikasi secara langsung dengan operator mesin untuk membahas masalah yang dikaji dengan melakukan wawancara.
- 2) Aktivitas pencarian data dimulai dengan melakukan pengamatan.
- 3) Dalam melakukan penelitian mengambil semua jumlah sampel produk.

Pengumpulan data Penjadwalan produksi Data yang didapatkan dari perusahaan merupakan data pengamatan yang dilakukan selama penelitian tugas akhir, data ini sebagai acuan untuk melakukan analisis penjadwalan produksi.

Tabel 3 Data Pesanan Produksi

| Tanggal Penerimaan | Nama Barang | Banyak Pesanan | Satuan | Tanggal Penyerahan | Waktu Produksi (Hari) |
|--------------------|----------------------|----------------|--------|--------------------|-----------------------|
| 2/5/2019 | Rodding System Point | 5 | Unit | 3/5/2019 | 10 |
| 2/5/2019 | Rodding System Point | 6 | Unit | 3/13/2019 | 12 |
| 2/5/2019 | Rodding System Point | 5 | Unit | 2/30/2019 | 10 |
| 2/5/2019 | Rodding System Point | 10 | Unit | 3/16/2019 | 20 |
| 2/5/2019 | Rodding System Point | 12 | Unit | 3/9/2019 | 22 |
| 3/12/2019 | Rodding System Point | 7 | Unit | 4/3/2019 | 15 |
| 3/12/2019 | Rodding System Point | 2 | Unit | 3/11/2019 | 4 |
| 3/12/2019 | Rodding System Point | 3 | Unit | 3/30/2019 | 6 |
| 3/12/2019 | Rodding System Point | 16 | Unit | 4/18/2019 | 26 |
| 3/12/2019 | Rodding System Point | 35 | Unit | 4/28/2019 | 42 |
| 4/8/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 4/18/2019 | 2 |
| 4/8/2019 | Rodding System Point | 18 | Unit | 5/17/2019 | 28 |
| 4/8/2019 | Rodding System Point | 6 | Unit | 4/28/2019 | 16 |
| 5/10/2019 | Rodding System Point | 15 | Unit | 6/10/2019 | 24 |
| 5/10/2019 | Rodding System Point | 3 | Unit | 5/27/2019 | 6 |
| 5/10/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 5/21/2019 | 2 |
| 5/10/2019 | Rodding System Point | 3 | Unit | 5/28/2019 | 6 |
| 5/10/2019 | Rodding System Point | 18 | Unit | 6/22/2019 | 25 |
| 5/10/2019 | Rodding System Point | 14 | Unit | 6/18/2019 | 20 |
| 5/10/2019 | Rodding System Point | 10 | Unit | 6/14/2019 | 18 |
| 5/10/2019 | Rodding System Point | 6 | Unit | 6/9/2019 | 12 |
| 6/18/2019 | Rodding System Point | 12 | Unit | 7/15/2019 | 18 |
| 7/20/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 8/3/2019 | 2 |
| 7/20/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 8/4/2019 | 2 |
| 7/20/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 8/7/2019 | 2 |

| Tanggal Penerimaan | Nama Barang | Banyak Pesanan | Satuan | Tanggal Penyerahan | Waktu Produksi (Hari) |
|--------------------|----------------------|----------------|--------|--------------------|-----------------------|
| 7/20/2019 | Rodding System Point | 7 | Unit | 8/12/2019 | 14 |
| 7/20/2019 | Rodding System Point | 24 | Unit | 8/20/2019 | 28 |
| 8/5/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 8/16/2019 | 2 |
| 8/5/2019 | Rodding System Point | 16 | Unit | 9/2/2019 | 24 |
| 8/5/2019 | Rodding System Point | 5 | Unit | 9/2/2019 | 10 |
| 8/5/2019 | Rodding System Point | 12 | Unit | 9/5/2019 | 22 |
| 8/5/2019 | Rodding System Point | 4 | Unit | 8/25/2019 | 8 |
| 8/5/2019 | Rodding System Point | 2 | Unit | 8/19/2019 | 4 |
| 8/5/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 8/16/2019 | 2 |
| 8/5/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 8/16/2019 | 2 |
| 9/12/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 9/23/2019 | 2 |
| 9/12/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 9/25/2019 | 2 |
| 9/12/2019 | Rodding System Point | 13 | Unit | 10/8/2019 | 18 |
| 9/12/2019 | Rodding System Point | 28 | Unit | 10/23/2019 | 32 |
| 9/12/2019 | Rodding System Point | 3 | Unit | 9/30/2019 | 6 |
| 9/12/2019 | Rodding System Point | 1 | Unit | 9/25/2019 | 2 |
| 10/8/2019 | Rodding System Point | 5 | Unit | 10/4/2019 | 10 |
| 10/8/2019 | Rodding System Point | 4 | Unit | 9/24/2019 | 8 |
| 10/8/2019 | Rodding System Point | 6 | Unit | 9/27/2019 | 12 |
| 11/5/2019 | Rodding System Point | 3 | Unit | 11/21/2019 | 6 |
| 11/5/2019 | Rodding System Point | 2 | Unit | 11/12/2019 | 4 |
| 11/5/2019 | Rodding System Point | 4 | Unit | 11/17/2019 | 8 |
| 11/5/2019 | Rodding System Point | 4 | Unit | 11/17/2019 | 8 |
| 11/5/2019 | Rodding System Point | 12 | Unit | 11/30/2019 | 24 |
| 11/5/2019 | Rodding System Point | 10 | Unit | 12/10/2019 | 22 |
| 1/18/2020 | Rodding System Point | 5 | Unit | 2/9/2020 | 10 |
| 1/18/2020 | Rodding System Point | 16 | Unit | 2/21/2020 | 25 |
| 1/18/2020 | Rodding System Point | 1 | Unit | 1/28/2020 | 2 |
| 1/18/2020 | Rodding System Point | 2 | Unit | 2/5/2020 | 4 |
| 1/18/2020 | Rodding System Point | 2 | Unit | 2/5/2020 | 4 |
| 2/10/2020 | Rodding System Point | 1 | Unit | 2/21/2020 | 2 |
| 2/10/2020 | Rodding System Point | 12 | Unit | 3/8/2020 | 22 |
| 2/10/2020 | Rodding System Point | 2 | Unit | 2/14/2020 | 4 |
| 2/10/2020 | Rodding System Point | 8 | Unit | 3/1/2020 | 20 |
| 2/10/2020 | Rodding System Point | 10 | Unit | 3/14/2020 | 18 |

Metode First Come First Serve (FCFS)

Metode *First Come First Serve* (FCFS) adalah metode penjadwalan produksi yang mengurutkan daftar pengerjaan produksi berdasarkan pesanan produksi yang datang lebih awal untuk dikerjakan terlebih dahulu. Keunggulan *First Come First Served* adalah dinilai adil bagi konsumen terutama bagi penyedia jasa (Heizer dan Render, 2014). Maka data yang telah diurutkan

berdasarkan pesanan produksi di PT. Smart Teknik Utama selama 1 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.3, (untuk perhitungan tiap bulannya dapat dilihat dilampiran 1).

Tabel 4 Hasil Perhitungan Metode FCFS

| Bulan | Jobs Lateness | Waktu Penyelesaian | Utilitas |
|----------|---------------|--------------------|----------|
| Februari | 12 | 38 | 86% |
| Maret | 17 | 41 | 61% |

| | | | |
|------------|-----|-----|------|
| April | 9 | 16 | 87% |
| Mei | 35 | 61 | 44% |
| Juni | 0 | 18 | 100% |
| Juli | 4 | 16 | 100% |
| Agustus | 34 | 51 | 35% |
| September | 18 | 28 | 56% |
| Oktober | 5 | 19 | 100% |
| November | 15 | 30 | 55% |
| Januari 1 | 17 | 34 | 55% |
| Februari 2 | 15 | 34 | 62% |
| Jumlah | 181 | 386 | |

Hasil Perhitungan dengan Metode FCFS:

1) Waktu Penyelesaian Rata-rata

$$\frac{\text{Jumlah Waktu Aliran Total}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{181}{12} = 32 \text{ hari}$$

2) Utilitas

$$\frac{\text{Waktu Proses Total}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{841}{12} = 70 \%$$

3) Keterlambatan Jobs Rata-rata

$$\frac{\text{Jumlah Hari Keterlambatan}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{181}{12} = 15 \text{ hari}$$

Sedangkan untuk pekerjaan yang terlambat dan keterlambatan maksimum dapat dilihat pada kolom Metode FCFS di atas. Dengan menggunakan Metode FCFS terlihat bahwa memiliki waktu penyelesaian rata-rata 32 hari, utilitas 70%, dan keterlambatan rata-rata sebesar 15 hari.

Metode Shortest Processing Time (SPT)

Metode *Shortest Processing Time* (SPT) yaitu job dengan waktu proses terpendek akan diproses lebih dahulu, demikian berlanjut untuk job yang waktu proses terpendek kedua. Aturan SPT ini tidak memperdulikan due date maupun kedatangan order baru (Heizer dan Render, 2014). Maka data yang telah diurutkan berdasarkan pesanan produksi di PT. Smart Teknik Utama selama 1 tahun pada Tabel

4.4

Tabel 5 Hasil Perhitungan Metode SPT

| Bulan | Jobs Lateness | Waktu Penyelesaian | Utilitas |
|------------|---------------|--------------------|----------|
| Februari | 11 | 38 | 87% |
| Maret | 21 | 48 | 52% |
| April | 3 | 13 | 100% |
| Mei | 21 | 45 | 59% |
| Juni | 0 | 18 | 100% |
| Juli | 4 | 16 | 100% |
| Agustus | 9 | 24 | 74% |
| September | 5 | 15 | 98% |
| Oktober | 5 | 21 | 94% |
| November | 14 | 30 | 57% |
| Januari 1 | 3 | 17 | 100% |
| Februari 2 | 11 | 28 | 73% |
| Jumlah | 105 | 311 | |

Dari data penjadwalan produksi PT. Smart Teknik Utama maka dapat dilakukan penghitungan dengan menggunakan Metode SPT. Metode yang digunakan pada penjadwalan merupakan Metode SPT, maka pekerjaan satu langsung dapat dikerjakan.

Hasil Perhitungan dengan Metode SPT:

1) Waktu Penyelesaian Rata-rata

$$\frac{\text{Jumlah Waktu Aliran Total}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{311}{12} = 26 \text{ hari}$$

2) Utilitas

$$\frac{\text{Waktu Proses Total}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{10}{12} = 83 \%$$

3) Keterlambatan Jobs Rata-rata

$$\frac{\text{Jumlah Hari Keterlambatan}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{105}{12} = 8 \text{ hari}$$

Sedangkan untuk pekerjaan yang terlambat dan keterlambatan maksimum dapat dilihat pada kolom Metode SPT di atas. Dengan menggunakan Metode SPT terlihat bahwa memiliki waktu penyelesaian rata-rata 8 hari, utilitas 83%, dan keterlambatan rata-rata sebesar 26 hari.

Metode Longest Processing Time (LPT)

LPT yaitu job dengan waktu proses terbesar akan diproses terlebih dahulu, demikian berlanjut untuk job yang waktu proses terbesar kedua. Aturan LPT ini tidak memperdulikan due date maupun kedatangan order baru (Chase dan Aquilano, 2009).

Maka data yang telah diurutkan berdasarkan pesanan produksi di PT. Smart Teknik Utama selama 1 tahun.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Metode LPT

| Bulan | Jobs Lateness | Waktu Penyelesaian | Utilitas |
|------------|---------------|--------------------|----------|
| Februari | 13 | 39 | 84% |
| Maret | 29 | 48 | 51% |
| April | 3 | 8 | 100% |
| Mei | 58 | 82 | 32% |
| Juni | 0 | 18 | 100% |
| Juli | 24 | 41.6 | 42% |
| Agustus | 23 | 37 | 48% |
| September | 35 | 40 | 36% |
| Oktober | 4 | 19 | 100% |
| November | 38 | 54 | 31% |
| Januari 1 | 20 | 37 | 50% |
| Februari 2 | 31 | 51 | 41% |
| Jumlah | 280 | 476 | |

Dari data penjadwalan produksi PT. Smart Teknik Utama maka dapat dilakukan penghitungan dengan menggunakan Metode LPT. Metode yang digunakan pada penjadwalan merupakan Metode LPT, maka pekerjaan satu langsung dapat dikerjakan.

Hasil Perhitungan dengan Metode LPT

1) Waktu Penyelesaian Rata-rata

$$\frac{\text{Jumlah Waktu Aliran Total}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{476}{12} = 40 \text{ hari}$$

2) Utilitas

$$\frac{\text{Waktu Proses Total}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{7}{12} = 60 \%$$

3) Keterlambatan Jobs Rata-rata

$$\frac{\text{Jumlah Hari Keterlambatan}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{280}{12} = 23 \text{ hari}$$

Sedangkan untuk pekerjaan yang terlambat dan keterlambatan maksimum dapat dilihat pada kolom Metode LPT di atas. Dengan menggunakan Metode LPT terlihat bahwa memiliki waktu penyelesaian rata-rata 40 hari, utilitas 60 %, dan keterlambatan rata-rata sebesar 23 hari.

Metode Earliest Due Dates (EDD)

EDD yaitu prioritas yang diberikan kepada job yang mempunyai tanggal batas waktu penyerahan (*due date*) paling awal (Heizer dan Render, 2014). Maka data yang telah diurutkan berdasarkan pesanan produksi di PT. Smart Teknik Utama selama 1 tahun.

Hasil Perhitungan Metode EDD

Tabel 7 Hasil Perhitungan Metode EDD

| Bulan | Jobs Lateness | Waktu Penyelesaian | Utilitas |
|------------|---------------|--------------------|----------|
| Februari | 12 | 40 | 82% |
| Maret | 21 | 48 | 52% |
| April | 3 | 13 | 100% |
| Mei | 22 | 46 | 57% |
| Juni | 0 | 18 | 100% |
| Juli | 4 | 16 | 100% |
| Agustus | 11 | 26 | 69% |
| September | 5 | 15 | 98% |
| Oktober | 4 | 21 | 91% |
| November | 14 | 31 | 55% |
| Januari 1 | 3 | 17 | 100% |
| Februari 2 | 11 | 29 | 72% |
| Jumlah | 109 | 319 | |

Dari data penjadwalan produksi PT. Smart Teknik Utama maka dapat dilakukan penghitungan dengan menggunakan metode. EDD Metode yang digunakan pada penjadwalan merupakan metode EDD, maka pekerjaan satu langsung dapat dikerjakan.

Hasil Perhitungan dengan Metode EDD

- 1) Waktu Penyelesaian Rata-rata

$$\frac{\text{Jumlah Waktu Aliran Total}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{319}{12} = 27 \text{ hari}$$

- 2) Utilitas

$$\frac{\text{Waktu Proses Total}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{10}{12} = 82\%$$

- 3) Keterlambatan Jobs Rata-rata

$$\frac{\text{Jumlah Hari Keterlambatan}}{\text{Jumlah Bulan}} = \frac{109}{12} = 9 \text{ hari}$$

Sedangkan untuk pekerjaan yang terlambat dan keterlambatan maksimum dapat dilihat pada kolom Metode EDD di atas. Dengan menggunakan Metode EDD terlihat bahwa memiliki waktu penyelesaian rata-rata 27 hari, utilitas 82%, dan keterlambatan rata-rata sebesar 9 hari.

Metode Pengambilan Keputusan

Dari keempat metode yang diperoleh Metode SPT menjadi metode yang terpilih karena dengan menggunakan Metode SPT terlihat bahwa memiliki waktu penyelesaian rata-rata 8 hari, utilitas 89 %, dan keterlambatan rata-rata sebesar 26 hari dibandingkan dengan metode lainnya, maka dari itu perusahaan dapat melakukan pengambilan keputusan dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Alternatif Awal

1. Perusahaan masih menggunakan metode lama
2. Perusahaan akan menggunakan metode SPT, dan
3. Perusahaan tidak menambahkan metode apa pun.

Data Perhitungan Kategori

Kategori metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat dilihat di Tabel 8.

Tabel 8 Kategori *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

| Kategori | Utilitas | Lateness | Time Process |
|--------------|----------|----------|--------------|
| Utilitas | 1.00 | 0.20 | 0.33 |
| Lateness | 5.00 | 1.00 | 5.00 |
| Time Process | 3.00 | 0.20 | 1.00 |
| Jumlah | 9.00 | 1.40 | 6.33 |

Contoh Perhitungan: Misal Utilitas ke Lateness = $1/5 = 0.20$, dari pemilihan nilai Lateness ke Utilitas nilai 5. Rata-rata setiap kategori metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat dilihat di Tabel 9.

Tabel 9 Rata-rata Setiap Kategori

| Kategori | Utilitas | Lateness | Time Process | Rata-rata |
|--------------|----------|----------|--------------|-----------|
| Utilitas | 0.11 | 0.14 | 0.05 | 0.10 |
| Lateness | 0.56 | 0.71 | 0.79 | 0.69 |
| Time Process | 0.33 | 0.14 | 0.16 | 0.21 |
| Jumlah | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.89 |

Perhitungan Setiap Pemilihan Utilitas

Perhitungan Utilitas metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat dilihat di Tabel 10

Tabel 10 Perhitungan Utilitas pada Setiap Metode

| Utilitas | Metode Baru (SPT) | Metode Lama | Tidak Menambahkan |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Metode Penjadwalan (SPT) | 1.00 | 3.00 | 7.00 |
| Metode Konvensional | 0.33 | 1.00 | 5.00 |
| Tidak Menambahkan | 0.14 | 0.50 | 1.00 |
| Jumlah | 1.48 | 4.50 | 13.00 |

Contoh Perhitungan: Misal Metode Penjadwalan (SPT) ke Metode Konvensional = 3.00 , dari pemilihan nilai Metode Konvensional ke Metode Penjadwalan SPT nilai $1/3 = 0.33$.

Perhitungan rata-rata utilitas metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat dilihat di Tabel 11

Tabel 11 Perhitungan Rata-rata Utilitas

| Utilitas | Metode Baru (SPT) | Metode Lama | Tidak Menambahkan | Rata-rata |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------------|-----------|
| Metode Penjadwalan (SPT) | 0.61 | 2.00 | 7.00 | 3.20 |
| Metode Konvensional | 0.20 | 0.67 | 5.00 | 1.96 |
| Tidak Menambahkan | 0.09 | 0.33 | 1.00 | 0.47 |
| Jumlah | 0.90 | 3.00 | 13.00 | |

Contoh Perhitungan: Misal nilai Metode Penjadwalan (SPT) / Jumlah Semua Metode: $1.00 / 1.64 = 0.61$

Lateness

Perhitungan Latness metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat dilihat di Tabel 12.

Tabel 12 Perhitungan Lateness pada Setiap Metode

| Lattnees | Metode Baru (SPT) | Metode Lama | Tidak Menambahkan |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Metode Penjadwalan (SPT) | 1.00 | 5.00 | 7.00 |
| Metode Konvensional | 0.20 | 1.00 | 7.00 |
| Tidak Menambahkan | 0.14 | 0.14 | 1.00 |
| Jumlah | 1.34 | 6.14 | 15.00 |

Contoh Perhitungan: Misal Metode Penjadwalan (SPT) ke Metode Konvensional = 5.00, dari pemilihan nilai Metode Konvensional ke Metode Penjadwalan nilai $1/5 = 0.20$.

Perhitungan rata-rata latness metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat dilihat di Tabel 13.

Tabel 12 Perhitungan Lateness pada Setiap Metode

| Utilitas | Metode Baru (SPT) | Metode Lama | Tidak Menambahkan | Rata-rata |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------------|-----------|
| Metode Penjadwalan (SPT) | 0.74 | 0.81 | 0.47 | 8 |
| Metode Konvensional | 0.15 | 0.16 | 0.47 | 0.26 |
| Tidak Menambahkan | 0.11 | 0.02 | 0.07 | 0.07 |
| Jumlah | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |

Contoh Perhitungan: Misal nilai Metode Penjadwalan (SPT) / Jumlah Semua Metode : $1.00 / 1.34 = 0.74$

Time Process

Perhitungan Time proses metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat dilihat di Tabel 14

Tabel 14 Perhitungan Time Proses pada Setiap Metode

| Lattnees | Metode Baru (SPT) | Metode Lama | Tidak Menambahkan |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Metode Penjadwalan (SPT) | 1.00 | 3.00 | 7.00 |
| Metode Konvensional | 0.33 | 1.00 | 7.00 |
| Tidak Menambahkan | 0.14 | 0.14 | 1.00 |
| Jumlah | 1.48 | 4.14 | 15.00 |

Contoh Perhitungan: Misal Metode Penjadwalan (SPT) ke Metode Konvensional = 3.00, dari pemilihan nilai Metode Konvensional ke Metode Penjadwalan nilai $1/3 = 0.33$.

Perhitungan rata-rata *Time process* metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat dilihat di Tabel 15

Tabel 12 Perhitungan Lateness pada Setiap Metode

| Utilitas | Metode Baru (SPT) | Metode Lama | Tidak Menambahkan | Rata-rata |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------------|-----------|
| Metode Penjadwalan (SPT) | 0.68 | 0.72 | 0.47 | 0.62 |
| Metode Konvensional | 0.23 | 0.24 | 0.47 | 0.31 |
| Tidak Menambahkan | 0.10 | 0.03 | 0.07 | 0.07 |
| Jumlah | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |

Contoh Perhitungan: Misal nilai Metode Penjadwalan (SPT) / Jumlah Semua metode: $1.00 / 1.48 = 0.68$.

Pengambilan Keputusan Akhir

Pengambilan keputusan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat dilihat di Tabel 16.

Tabel 16 Keputusan Akhir Metode AHP

| Keputusan Akhir | Metode Baru (SPT) | Metode Lama | Tidak Menambahkan | Kriteria | Hasil |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------------|----------|-------|
| Metode Penjadwalan (SPT) | 0.63 | 0.68 | 0.62 | 0.10 | 0.66 |
| Metode Konvensional | 0.28 | 0.26 | 0.31 | 0.69 | 0.27 |
| Tidak Menambahkan | 0.09 | 0.07 | 0.07 | 0.21 | 0.07 |

Contoh Perhitungan:

$$\text{Perkalian Matrik} \begin{pmatrix} 3.20 & 0.10 \\ 0.68 & 0.69 \\ 0.62 & 0.21 \end{pmatrix} = 0.92$$

Setelah melakukan pengambilan keputusan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) maka dapat hasil dari pengambilan keputusan, nilai pengambilan keputusan dapat dilihat di Tabel 17

Tabel 17 Kesimpulan Keputusan

| Keputusan Akhir | Nilai Akhir Metode AHP |
|--------------------------|------------------------|
| Metode Penjadwalan (SPT) | 0.66 |
| Metode Konvensional | 0.27 |
| Tidak Menambahkan | 0.07 |

Dari tabel 17 untuk keputusan dengan menerapkan metode baru adalah 0.66, untuk pengambilan keputusan dengan menerapkan metode lama adalah 0.27 dan dengan tidak menerapkan metode apapun adalah 0.07, nilai pengambilan keputusan dengan menerapkan metode baru atau metode *Shortest Process Time* memiliki nilai pengambilan keputusan tertinggi jika dibandingkan dengan alternative metode lainnya yang akan membuat produktivitas pembuatan *rodding system point* meningkat.

Simpulan

Berdasarkan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:


1. Dari Hasil Metode Penjadwalan yang digunakan di PT. Smart Teknik Utama, Metode *Shortest Process Time* (SPT) adalah metode yang paling tepat dibandingkan dengan metode lainnya, untuk mengatur segala aspek maupun sumber daya yang dimiliki.
2. Metode *Shortest Process Time* (SPT) dapat meminimalisir keterlambatan produksi *Rodding System Point* dibandingkan dengan metode penjadwalan produksi lainnya karena nilai keterlambatan dengan menggunakan metode *Shortest Process Time* adalah 8.77 hari dalam 1 tahun, metode *First Come First Serve* 15.08 hari dalam 1 tahun, metode *Longest Process Time* 23.30 hari dalam 1 tahun dan metode *early due date* 9.12 hari dalam 1 tahun.

3. Waktu penyelesaian produksi *Rodding System Point* dengan metode *Shortest Process Time* (SPT), memiliki jumlah waktu penyelesaian dengan menggunakan metode *Shortest Process Time* adalah 26 hari dalam 1 tahun, metode *First Come First Serve* 32 hari dalam 1 tahun, metode *Longest Process Time* 40 hari dalam 1 tahun dan metode *Early Due Date* 27 hari dalam 1 tahun.
4. Utilitas pembuatan *Rodding system point* dengan metode *Shortest Process Time* (SPT), dengan menggunakan metode *Shortest Process Time* adalah 83% dalam 1 tahun, metode *First Come First Serve* 70% dalam 1 tahun, metode *Longest Process Time* 60% dalam 1 tahun dan metode *Early Due Date* 82% dalam 1 tahun
5. Jumlah jobs rata-rata pembuatan *Rodding System Point* pada tahun 2019 diperkirakan terdapat 257 pesanan pada saat menggunakan metode penjadwalan konvensional, dan jika menggunakan metode penjadwalan *shortest process time* maka diperkirakan pesanan akan meningkat dikarenakan lebih meminimasi jumlah keterlambatan line produksinya
6. Dari hasil pengambilan keputusan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), bahwa penggunaan metode baru yaitu metode *Shortest Process Time* (SPT) memiliki nilai keputusan tertinggi dari keputusan

lainnya, dengan nilai keputusan 0.92 dan dengan penerapan metode konvensional adalah 0.44 yang artinya produktivitas pekerjaan di PT. Smart Teknik Utama akan meningkat karena metode SPT memiliki nilai keterlambatan produksi yang lebih minimum dengan nilai 8 hari dan metode konvensional yang digunakan nilai keterlambatannya 15 hari dalam kurun waktu 1 tahun.

Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan kepada perusahaan adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk menentukan metode penjadwalan sebaiknya PT. Smart Teknik Utama menggunakan metode *Shortest Process Time* (SPT)
- 2) Dalam penerapan metode penjadwalan seperti pada perusahaan manufaktur sebaiknya dilakukan penjadwalan sebelum proses produksi dilakukan agar tidak terjadi keterlambatan yang cukup besar dalam produksi *rodding system point*.
- 3) Pengambilan keputusan yang dilakukan bisa menjadi tolak ukur sebagai keputusan yang harus diambil perusahaan agar produktivitas produksi *rodding system point* bisa lebih baik. 

Referensi

- Arifin dan Rudyanto. 2010. Penerapan Metode Earliest Due Date Pada Penjadwalan Produksi Paving Pada CV. EKO JOYO. ISSN 1907-5022. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Teknik Komputer Surabaya.
- Azizah, H. 2014. Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Pemahaman Matematis Dalam Menyelesaikan Masalah Pada Bilangan pecahan. Skripsi Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia: Tidak diterbitkan.
- Badan Pusat Statistik. 2010. Statistik Indonesia Tahun 2010. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik diakses dari <http://www.bps.go.id/>, pada tanggal 20 Juni 2020 pada jam 20.20 WIB.
- Baker, K.R. dan Trietsch, D., 2009. Principles Of Sequencing And Scheduling, New
- Baker, K.R. dan Trietsch, D., 2010. Production, Planning, Control, and Integration, MC Graw-Hill
- Baker, K.R. dan Trietsch, D., 2011. Fundamental Of Operation Management Third Edition, McGraw-Hill.
- Bedworth, dan Bailey. 2012. Penjadwalan Produksi Flow Shop Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) dan Nawaz Ensore Ham (NEH). Salemba Empat, Jakarta
- Chase Aquilano. 2009. Comparative Analysis of Heuristics for Mkespan Minimising in Flow Shop Scheduling. Haryana, India.
- Conway, S. Richard W. dan Burke, E. K.

2014. *Logging Practices*. Miller Freeman Publication, Inc. Washington.
- Dewi, F.G. 2011. *Penjadwalan Pembuatan Box Aluminium Untuk Meminimalkan Makespan*. Prosiding SEMNAS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Endang, R. 2018. *Analisis Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Earliest Due Date (Edd)*. Pada CV. Rookie. Skripsi.
- Erwandi, H. 2014. *Analisa Penjadwalan Produksi Kusen, Pintu, Daun Jendela Dengan Metode First Come First Serve (FCFS), metode Longest Processing Time (LPT), Metode Shortest Processing Time (SPT), Metode Early Due Date (EDD)*. Pada Ud. Sinar Kamper. Skripsi.
- Gaspersz. 2017. *Modifikasi Mekanisme Penentuan Penjadwalan Job pada Metode Dannenbring*, edisi 59, Salemba empat, Jakarta
- Ginting. 2009. *Penjadwalan Produksi Dengan Metode N-Job M-Mesin Untuk Meminimalisasi Makespan Pada PT*.
- Harapan Widyatama Pertiwi Untuk Pembuatan Pipa PVC [Jurnal]. ISSN 1412-3126. Fakultas Teknik, Universitas Bina Nusantara, Jakarta
- Ginting, 2010. *Penjadwalan Mesin*, Yogyakarta: Graha Ilmu
- Heizer, Jay dan Render Barry. 2014. *Penjadwalan Produksi :Penentuan metode Earliest Due Date*, edisi 11, Salemba Empat, Jakarta.
- Heizer. 2010. *Perencanaan Penjadwalan Produksi pada PT*. Harapan Widyatama Pertiwi untuk Produk Pipa PVC. Jakarta Barat.
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (2010), tentang *Penjadwalan Produksi industri*. http://www.kemperin.go.id/artikel/,6_324/ (Diakses 5 Juni 2020)
- Kostas N. 2010. *Operational Management Production Planning and Control*. Mc Graw Hill Book Company: New York.
- Limanggus, H. 2015. *Perbandingan Penjadwalan Produksi Job Shop Dengan Menggunakan Metode First Come First Serve (FCFS), dan Metode Early Due Date (EDD)*. Pada Akademi Teknik Mesin Industri Cikarang. Skripsi.
- Nugeraha. 2017. *Manajemen Produksi dan Operasi : Konsep dan Kerangka Dasar*. Penerbit Citra Media, Surabaya.
- Pinedo. 2012. *Scheduling, Theory, Algorithms, and System*. Edisi keempat. New York, USA.
- Richard. 2012. *Scheduling, Theory, Algorithms*: McGraw-Hill
- Riduwan. 2010. *Rumus dan Data dalam Analisis Statistika Cetakan kedua*. Alfabeta
- Safitri, M. 2019. *Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Metode First Come First Serve (FCFS) Pada Nvn Konveksi Di Kota Malang*. Skripsi.
- Sudoryono. 2010. *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Sugiyono. 2013. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.

